

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 07-276035

(43)Date of publication of application : 24.10.1995

(51)Int.Cl.

B22D 19/14

B23K 1/19

C04B 37/02

C04B 41/88

(21)Application number : 06-096941

(71)Applicant : DOWA MINING CO LTD

(22)Date of filing : 11.04.1994

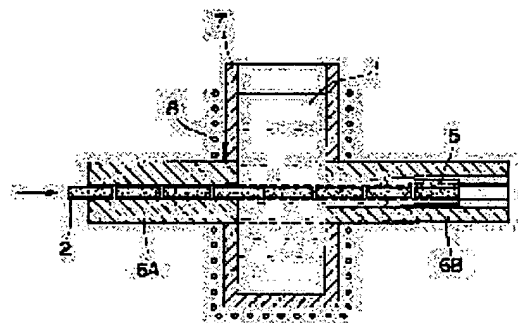
(72)Inventor : NEI GIYOUSAN
NAGATA CHOJU
SAKURABA MASAMI
TANAKA TOSHIKAZU

(54) PRODUCTION OF METAL-CERAMICS COMPOSITE MEMBER

(57)Abstract:

PURPOSE: To provide a method for the mass production of a ceramics-metal composite member of various kinds of shape provided with superior characteristic at a low cost.

CONSTITUTION: A ceramics member 2 is supplied successively from the entry side die 6A of a crucible 7, and it is inputted to an exit side die 6B after being soaked in molten metal 1 in the crucible 7, and it is extruded successively from an exit in a state where a metallic body is joined with the surface of the ceramics member 2. In this way, the metal-ceramics composite member 5 can be obtained.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 09.01.1997

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 17.11.1998

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 2918191

[Date of registration] 23.04.1999

[Number of appeal against examiner's decision of rejection] 10-19586

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] A manufacture method of a metal-ceramic compound member 5 characterized by making the surface of this ceramic member 2 solidify a molten metal, and making it join to it by cooling after moving in manufacture of a metal-ceramic compound member 5 by which a metal was joined to a part of ceramic member [at least] 2 where this ceramic member 2 is contacted to a molten metal 1 of this metal, and soaking in a molten metal.

[Claim 2] In manufacture of a metal-ceramic compound member 5 by which a metal was joined to a part of ceramic member [at least] 2 Where a portion joined to a metal of this ceramic member 2 is contacted to a metaled molten metal 1, the above-mentioned member is moved. A manufacture method of a metal-ceramic compound member 5 characterized by making this metal molten metal 1 or its part solidify, and forming a metal body of a predetermined configuration in a predetermined place of this ceramic member 2 after soaking in this metal molten metal 1.

[Claim 3] In manufacture of a metal-ceramic compound member 5 by which a metal was joined to a part of ceramic member [at least] 2 Supply this ceramic member 2 to a metal molten metal 1 continuously, and where a portion joined to a metal of this ceramic member 2 is contacted to this metal molten metal 1, this ceramic member 2 is moved. A manufacture method of a metal-ceramic compound member 5 characterized by making this a part of metal molten metal 1 solidify the above-mentioned ceramic member 2 at ejection and a predetermined place, and forming a metal body of a predetermined configuration after soaking in a metal molten metal 1.

[Claim 4] In manufacture of a metal-ceramic compound member 5 by which a metal was joined to a part of ceramic member [at least] 2 A portion joined to a metal of this ceramic member 2 goes into the interior of this metal molten metal 1 continuously from one side of a metal molten metal 1. A manufacture method of a metal-ceramic compound member 5 characterized by passing mold (dice) 6B of an opposite direction, making this a part of metal molten metal 1 solidify at a predetermined place of this ceramic member 2, and forming a metal body of a predetermined configuration after fully getting wet in this metal molten metal 1.

[Claim 5] In manufacture of a metal-ceramic compound member 5 by which a metal was joined to a part of ceramic member [at least] 2 A ceramic portion of a metal-ceramic compound member which joined a metal to some ceramics beforehand It goes into the interior of this metal molten metal from one side of a molten metal of a group. cementation which is the low melting point from this metal -- public funds -- After fully getting wet in this metal molten metal, mold (dice) 6B of an opposite direction is passed. A manufacture method of a metal-ceramic compound member 5 characterized by making this a part of low melting point metal molten metal solidify, and forming a low melting point metal body of a predetermined configuration in a place which is predetermined [of a metal-ceramic compound member to which this refractory metal was joined].

[Claim 6] It is the manufacture method of a metal-ceramic compound member 5 according to claim 1 to 5 which is the alloy with which the above-mentioned ceramics is an oxide, a nitride, and carbide, and a metal uses aluminum, copper, iron, nickel, silver, gold, or this metal as a principal component.

[Translation done.]

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Industrial Application] This invention relates to the industrial manufacture method of the composite material of especially suitable oxide and nitride for autoparts, electronic parts, etc., carbide ceramics, and a metal about the manufacture method of a firm metal-ceramic compound member.

[0002]

[Description of the Prior Art] The metal-ceramic compound member which employed properties, such as properties, such as the chemical stability of the ceramics, high-melting, insulation, and a high degree of hardness, metaled high intensity, high toughness and easy-workability, and conductivity, efficiently is widely used for the automobile, the electronic instrument, etc. As the typical example, the substrate and package the rotor for automobile turbochargers and for large power electronic device mounting are mentioned.

[0003] as the manufacture method of a metal-ceramic compound member -- adhesion, plating, metallizing, thermal spraying, brazing and soldering, and DBC -- it burns and inserts in and methods, such as an insert, are learned. The pasting-up method is a method of pasting up a metal member and a ceramic member with an organic system or inorganic system adhesives. The galvanizing method is a method of putting into plating liquid and performing metal plating, after activating the surface of a ceramic member. The metallizing method is the method of carrying out an afterbaking join and forming a metal layer which applied the paste containing metal powder to the surface of a ceramic member. A spraying process is the method of injecting a metaled (ceramics) droplet on the surface of a ceramic (metal) member, and forming a metal (ceramics) layer in the surface of a ceramic (metal) member. A brazing-and-soldering method is the method of making the metal or alloy (wax material) of the low melting point intervene, and joining a metal member and a ceramic member, in order to join wax material to a ceramic member firmly, adds the ceramics and the metal component which is easy to react to wax material, or makes a metal layer form in the plane of composition of a ceramic member beforehand by methods, such as above-mentioned metallizing and thermal spraying. The DBC method is the technology developed for cementation to an oxide-ceramics member and copper section material, and is the method of joining, after heating in an inert atmosphere using the copper which contains oxygen at the time of cementation, or oxidizing the surface of an oxygen-free-copper board beforehand and forming an oxide layer. When joining a non-oxide ceramics member and copper section material by this method, an oxide layer must be beforehand formed in the surface of a non-oxide member. A metaled crevice is united in the form where the heights of the ceramics were won, by cooling, after establishing heights and a crevice in the ceramics which burns and inserts in and is joined in the case of law, and a metal member, respectively, making the outer diameter of heights, and the bore of a crevice into the same size, making the bore of the crevice in which the metal member was heated and prepared at the time of cementation expand and inserting the heights of a ceramic member into it. An insert method is a method which burned and inserted in and was similar to law, and is the method of casting a metal around ceramic components, winning ceramic components by metaled cooling contraction, and making it into one.

[0004] However, if it is in such a Prior art, in the case of the pasting-up method, there is a trouble that bond strength is low and thermal resistance is scarce. In the case of plating, metallizing, and a spraying process, the formed metal (ceramics) is restricted to the thing of the shape of a film with a thickness of several micrometers - dozens of micrometers. It burns and inserts in and, in specification by which a part of ceramic member [at least] is won over to a metal, the insert method is restricted. By the DBC method, since a joinable metal is restricted to copper and virtual junction temperature is restricted to the narrow range near the eutectic point of Cu-O, there is a trouble that it is easy to generate bulging and a cementation defect like non-**. In the case of the brazing-and-soldering method, in order to have to use expensive wax material and to have to join in a vacuum, cost is very high and the application range is restricted.

Moreover, the eutectic alloy which added the nonmetal is used for the metal generally joined and other metal pans, and in itself, since it is harder than the metal generally joined, compared with a direct zygote, there are troubles, like the thermo-cycle-proof life of a brazing-and-soldering object is short in wax material.

[0005]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] As mentioned above, in joining a metal member and a ceramic member by the Prior art, there is which trouble shown below.

- 1) The metal to join and a ceramic member are restricted to the thing of a configuration [****].
- 2) The cost of a cementation production process is high and the application range is restricted.
- 3) About the property (bonding strength, thermal resistance, thermo-cycle-proof property) of a zygote, it is not attained at the forge fire with which can be satisfied of demand characteristics.

[0006] Therefore, this invention solves an above-mentioned trouble and it aims at offer of the method of mass-producing the ceramic-metal compound member of the various configurations which have the property in which this invention was [which went to accumulate] specifically excellent by low cost.

[0007]

[Means for Solving the Problem] In order to solve this technical problem, when this invention person etc. inquired wholeheartedly, he was able to find out a cementation method of a metal molten metal and ceramics, and a metaled shaping method, and was able to make this invention.

[0008] Namely, this invention is set to manufacture of the metal-ceramic compound member 5 by which a metal was joined to a part of (1) ceramic member [at least] 2. By cooling, after moving this ceramic member 2 in the condition of having made the molten metal 1 of this metal contacting and soaking in a molten metal In manufacture of the metal-ceramic compound member 5 by which a metal was joined to a part of manufacture method;(2) ceramic member [at least] 2 of the metal-ceramic compound member 5 characterized by making the surface of this ceramic member 2 solidify a molten metal, and making it join to it Where a portion joined to a metal of this ceramic member 2 is contacted to the metaled molten metal 1, the above-mentioned member is moved. After soaking in this metal molten metal 1, this metal molten metal 1 or its part is made to solidify at a predetermined place of this ceramic member 2. A manufacture method of the metal-ceramic compound member 5 characterized by forming a metal body of a predetermined configuration; In manufacture of the metal-ceramic compound member 5 by which a metal was joined to a part of (3) ceramic member [at least] 2 Supply this ceramic member 2 to the metal molten metal 1 continuously, and where a portion joined to a metal of this ceramic member 2 is contacted to this metal molten metal 1, this ceramic member 2 is moved. After soaking in the metal molten metal 1, this a part of metal molten metal 1 is made to solidify the above-mentioned ceramic member 2 at ejection and a predetermined place. A manufacture method of the metal-ceramic compound member 5 characterized by forming a metal body of a predetermined configuration; In manufacture of the metal-ceramic compound member 5 by which a metal was joined to a part of (4) ceramic member [at least] 2 A portion joined to a metal of this ceramic member 2 goes into the interior of this metal molten metal 1 continuously from one side of the metal molten metal 1. After fully getting wet in this metal molten metal 1, mold (dice) 6B of an opposite direction is passed. This a part of metal molten metal 1 is made to solidify at a predetermined place of this ceramic member 2. A manufacture method of the metal-ceramic compound member 5 characterized by forming a metal body of a predetermined configuration; In manufacture of the metal-ceramic compound member 5 by which a metal was joined to a part of (5) ceramic member [at least] 2 A ceramic portion of a metal-ceramic compound member which joined a metal to some ceramics beforehand It goes into the interior of this metal molten metal from one side of a molten metal of a group. cementation which is the low melting point from this metal -- public funds -- After fully getting wet in this metal molten metal, mold (dice) 6B of an opposite direction is passed. This a part of low melting point metal molten metal is made to solidify at a place which is predetermined [of a metal-ceramic compound member to which this refractory metal was joined]. A manufacture method of the metal-ceramic compound member 5 characterized by forming a low melting point metal body of a predetermined configuration, And the (6) above-mentioned ceramics is an oxide, a nitride, and carbide, and a metal is related with a manufacture method of the metal-ceramic compound member 5 given in above-mentioned (1) - (5) which is aluminum, copper, iron, nickel, silver, gold, or the alloy that uses this metal as a principal component.

[0009]

[Function] Cementation to a metal and the ceramics is divided into mechanical cementation (following machine cementation), physical cementation (following physics cementation), and chemical cementation (following chemistry cementation) by the splicing-machine style. The **** burned machine cementation, it was inserted in and cementation whose adhesives enter and unite a metal and the ceramics with the crevice of the surface of ceramics like the cementation to which the heights of the ceramics are held in a metaled crevice like [at the time of joining by the *****

method] by the mechanical force, or the pasting-up method, and a metal member by the anchor (support) effect of the hardened adhesives is pointed out. Physical cementation has pointed out the case where it joins with the suction force between the molecule of the ceramics, and a metal atom (Van der Waals force). Chemistry cementation has pointed out the share between the electron inside a ceramic molecule, and the electron inside a metal atom, an exchange, i.e., a share, or cementation by ionic bond. Since in chemistry cementation it will be materialized if an electronic share or an exchange is between the ceramics and a metaled surface molecule (atom), the resultant which can be discovered does not necessarily exist in an interface physically (for example, an optical microscope in ordinary use, a scanning electron microscope, and transmission electron microscope observation). In that case, there is often a case where it is undistinguishable from the condition of an interface whether it has pasted up physically and whether it has pasted up chemically. In practice, although some splicing-machine styles exist in the interface of a zygote at coincidence in many cases, in order to realize reliable cementation, it is a requirement that physical cementation or chemistry cementation is attained.

[0010] Whether physical cementation or chemistry cementation occurred gets wet well, and it is judged from a condition. Generally, a drop will be in equilibrium, if are placed on a solid-state and breadth and fixed time amount will pass. The angle which sandwiches the drop between the liquid when being in equilibrium, a solid-state, and the tangent of the drop from the location of the point of contact (line) of an ambient atmosphere and the solid-state surface, i.e., a contact angle, is measured, the liquid to a solid-state is damp using this, and a condition is expressed. When physical cementation and chemistry cementation occur, generally a contact angle becomes small. In this invention, in order to get wet and to investigate a condition, the easier and practical method described below was used. That is, the ceramic member 2 is contacted to the metal molten metal 1 heated by fixed temperature, a certain time amount passes, and said molten metal 1 to the ceramic member 2 is taken out from an intermediary. The metal which remained on the surface of said cooled ceramic member 2 is scratched with a knife etc., the metal part which has floated is removed, the metal to the ceramic member 2 is damp, and a condition is investigated.

[0011] In order to attain physical cementation and chemistry cementation, the surface of the member joined first must be defecated. For example, as indicated in an artificer's invention (bibliography 1, Japanese Patent Application No. 4-355211) with one another person, it understood [it is represented by aluminum] chemically that the surface will oxidize if an activity metal is placed into air, and lose the activity of metal original in the effect, and it becomes impossible to join to the ceramics firmly. Moreover, a firm zygote is not obtained, unless it performs degreasing processing to the surface of joint material first and removes a part for the fats and oils on the surface of a member, before doing a cementation activity as this contractor knows well.

[0012] One artificer devised the method of defecating the surface of the member to join in above-mentioned invention (bibliography 1, Japanese Patent Application No. 4-355211). That is, by [which cast the metal molten metal 1 to the place of the ceramic member 2 which inserted the ceramic member 2 into the metal molten metal 1, or was set up] grazing, relative motion is generated between a molten metal 1 and the ceramic member 2, the interface of a molten metal and this member is defecated, and a metal is firmly joined to a member. The artificers of this invention did their best in research further wholeheartedly based on said invention, and found out the industrial manufacture method of the metal-ceramic compound member 5 of having various configurations. That is, until the portion joined to the metal of the ceramic member 2 gets wet in the metal molten metal 1 at least, when inserting the ceramic member 2 in (1) metal molten metal 1 When moving this ceramic member 2 in the metal molten metal 1 and taking out the ceramic member 2 from (2) metal molten metal 1, it lets the dice 6 into which the fixed configuration was processed pass. It is the manufacture method of the metal-ceramic compound member 5 characterized by making the predetermined place of the ceramic member 2 solidify a part of metal molten metal 1 in a predetermined configuration.

[0013] That that it must emphasize here defecates the surface is the point of necessarily meaning no removal of components other than a member component. If the component has rather the operation which promotes physical cementation and chemistry cementation, the operation should be used positively. For example, to be a prerequisite for attaining cementation with firm like [in above-mentioned DBC] an oxide existing in the surface of joint material, it is necessary to perform oxidation treatment on the surface of a member beforehand, and to form an oxidizing zone. The semantics of the defecation in this invention is exactly removing the component which checks achievement of physical cementation and chemistry cementation to the last.

[0014] Drawing 2 is a mimetic diagram for explaining the principle of this invention. When the migration length of the ceramic member 2 in a metal molten metal is short as shown in this drawing, it becomes inadequate contacting the metal molten metal 1 and the ceramic member 2, and the injurious ingredient 4 of the ceramic member surface and the injurious ingredient 3 of the metal molten metal surface cannot fully be removed, therefore the metal molten metal 1 does not fully get wet to a part of ceramic member 2, and firm cementation cannot be attained. In order to prevent such

poor cementation, the distance which the ceramic member 2 moves in the metal molten metal 1 must exceed a certain minimum distance (D_{min}). Although this minimum distance changes with the passing speed of the property of the metal molten metal 1 and the ceramic member 2, the condition of the injurious ingredient which exists in those surfaces, temperature, an ambient atmosphere, and the ceramic member 2 etc., in the case of the example of this invention, this minimum distance is from several mm to dozens of mm.

[0015] In the example 1 of this invention, an example of the manufacture method of the metal-ceramic compound member 5 is indicated. The cross section of a manufacturing installation is shown in drawing 1, and the cross section of the outlet side of mold (dice) 6 is shown in drawing 3. After the ceramic member 2 goes into the interior of a molten metal continuously and fully gets wet from the one side of mold (dice) 6, the mold (dice) 6 of an opposite direction is passed, and the metal body which has a predetermined configuration is formed in the predetermined location of the ceramic member 2. In this case, if the size of the molten metal of the migration direction of the ceramic member 2 is made longer than the minimum distance until this ceramic member 2 gets wet, the healthy metal-ceramic compound member 5 can be manufactured.

[0016] The above-mentioned example is an example quoted in order to explain the main point of this invention to the last, and although the method shown in the example is one of the manufacturing processes for attaining the purpose of this invention clearly, it will be understood easily that this invention is not limited only to the method indicated in this example. Moreover, although the metals and the ceramic members 2 which were used for the example of this invention are aluminum and an alumina, respectively, it will be easily understood from the main point of this invention indicated above that this invention is not limited to this. If the metal molten metal 1 gets wet in the ceramic member 2, the combination of other metals and the ceramic member 2 is applicable similarly. Moreover, even if the metal itself is not directly damp in the ceramic member 2, the surface of the ceramic member 2 is reformed, or the component which promotes **** in a metal is added, and the method of improving **** of the ceramic member 2 and the metal molten metal 1 can be applied similarly. For example, when manufacturing the compound member of copper and aluminum nitride, in order to improve **** of the member of copper and aluminum nitride Perform oxidation treatment beforehand on the surface of the ceramics, form an oxide like an alumina in the surface, expose the metal molten metal 1 into air, or oxygen is made to contain by addition of copper oxide etc. It is possible to improve **** of a copper molten metal and the ceramic member 2, and to join the ceramic member 2 and a metal body firmly. Moreover, when manufacturing the joint material of an alumina and silver, active metals, such as titanium, can be added in a silver molten metal, and the same effect can be acquired.

[0017] In the case of this invention, the passing speed of temperature, an ambient atmosphere, and the ceramic member 2 is a needless to say very important parameter, but since various kinds of metals differ from the property of the ceramic member 2, these parameters change by the member to join. What is necessary is just to choose these conditions so that the metal molten metal 1 and the ceramic member 2 may get wet. Selection of these conditions is an important measure for employing the effect of this invention in the maximum efficiently. However, in case these conditions are chosen, it must be cautious of the following point. That is, although it is the main point for manufacturing the metal-ceramic compound member 5 to get wet itself, and an effect is in the improvement which surely gets wet by the method of this invention if the temperature of a molten metal is raised and contact time is extended, if molten metal temperature is raised beyond necessity or contact time is extended, a thick resultant will be formed in the interface of a metal member and the ceramic member 2, and there is a possibility that bonding strength may fall.

[0018]

[Example 1] The cross section of a manufacturing installation is shown in drawing 1, and the cross section of outlet side mold (dice) 6B is shown in drawing 3. Aluminum is set into crucible 7, an alumina board is put in from the entry of a dice 6, after setting so that the tip may come out of the wall of crucible 7 for a while, crucible 7 is heated in a nitrogen gas (N_2) ambient atmosphere, and aluminum is dissolved. Although an aluminum molten metal enters into dice 6B of an outlet side, while flowing the inside of a dice, the temperature for a point falls below in the melting point, the portion solidifies it, it takes up an outlet, and prevents the outflow of a molten metal. Moreover, although the path clearance had to be made below into a certain size in order to make it a molten metal not enter into the crevice between dice 6A by the side of an entry and a dice, and crucible 7, in the case of this example, the path clearance was set to 0.1 or less mm. After being heated by laying temperature with an aluminum molten metal, an alumina board is continuously supplied from an entry side. The alumina plate entered into this molten metal in order, after it got wet in the molten metal, it went into dice 6B of an outlet side, finally, is in the condition which the aluminum object of 0.5 mm thickness joined to both the surfaces of an alumina plate, and was continuously extruded from the outlet. The minimum distance D_{min} which will move in the inside of this molten metal by the time it changes various heating temperature, knockout temperature, and flow rates of nitrogen gas and an alumina plate gets wet in an aluminum molten metal in this example

It measured and the aluminum-alumina compound plate was manufactured. The sample was started from the obtained compound plate and this compound plate was investigated by the evaluation method indicated by former invention (bibliography 1, Japanese Patent Application No. 4-355211). In addition, Dmin After extracting the molten metal from crucible 7, the distance between the portions which get an alumina plate wet completely with a contact start point with ejection and an aluminum molten metal was measured and found. The result is collectively shown in a table 1. From these results, about all the samples except the sample of a serial number E, the organization of aluminum was precise and the Peel reinforcement was over 35 kg/cm. The good aluminum-alumina compound plate was able to be manufactured by the method of this invention.

[0019]

[A table 1]

製造 番号	溶湯温度 (℃)	押出速度 (mm/min)	N ₂ 流量 (L/min)	Dmin (mm)	アルミニ ウム組織	ピール強度 (kg/cm)
A	700	25	30	55	良好	>35
B	800	25	30	35	良好	>35
C	850	25	30	14	良好	>35
D	900	25	30	9	良好	>35
E	900	50	30	23	果有り	—
F	900	25	10	87	良好	>35

[0020]

[Example 2] In an example 1, the form where the interior of dice outlet side 6B is shown in the cross section of drawing 4 is processed. Molten metal temperature, knockout speed, and a nitrogen quantity of gas flow, respectively 850 degrees C, 25 mm/min, And in order to set it as 30 L/min, and to improve the run of a molten metal and to prevent generating of a nest, it is 0.5kg/cm² to a molten metal. It is the same method as substantially as an example 1 except having put the pressure. The good aluminum-alumina compound plate which has a radiation fin 10 on one side was able to be manufactured.

[0021]

[Example 3] an example 2 -- setting -- DBC of the above [plate / alumina / one side] beforehand -- so that a copper plate may not be exposed to an aluminum molten metal when having used the object which joined the copper plate, and this copper plate cementation alumina plate pass along the molten metal section by law Except having processed the configuration as shows the configuration of the dice 6 in a molten metal in the cross section of drawing 5 , it is the same method as substantially as an example 2, and a good composite material which has a copper plate on one side and has the aluminum radiation fin 10 on one side was able to be manufactured.

[0022]

[Effect of the Invention] According to the method of this invention, the good metal-ceramic compound member 5 which has various configurations by low cost can be manufactured.

[Translation done.]

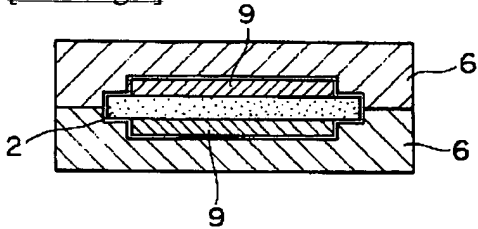
* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

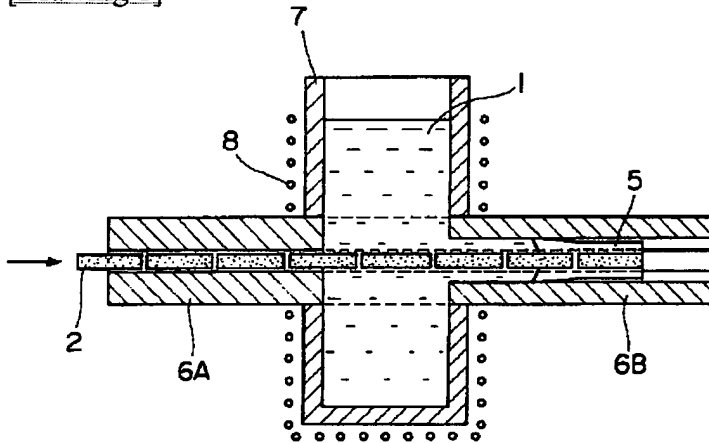
1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DRAWINGS

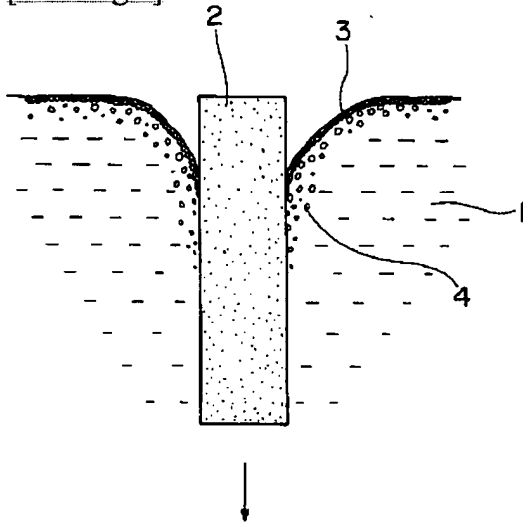
[Drawing 3]



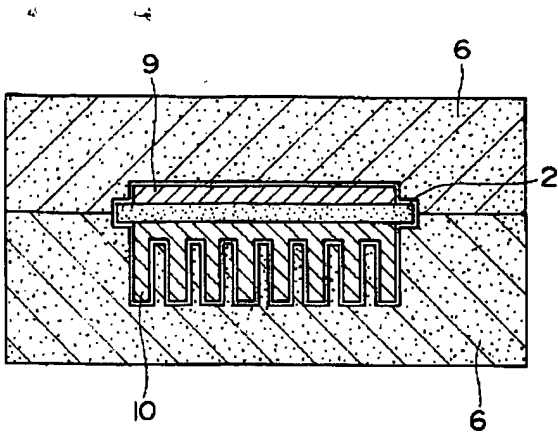
[Drawing 1]



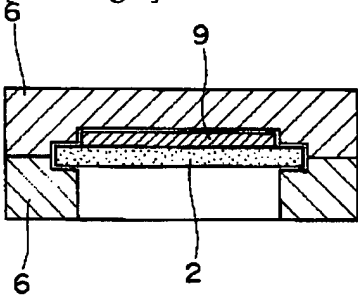
[Drawing 2]



[Drawing 4]



[Drawing 5]



[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-276035

(43) 公開日 平成7年(1995)10月24日

(51) Int.Cl. ⁵	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
B 2 2 D 19/14	B			
B 2 3 K 1/19	B			
C 0 4 B 37/02	Z			
41/88	A			

審査請求 未請求 請求項の数 6 F D (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平6-96941

(22) 出願日 平成6年(1994)4月11日

(71) 出願人 000224798

同和鉱業株式会社

東京都千代田区丸の内1丁目8番2号

(72) 発明者 宇 曉山

東京都千代田区丸の内1丁目8番2号 同
和鉱業株式会社内

(72) 発明者 永田 長寿

東京都千代田区丸の内1丁目8番2号 同
和鉱業株式会社内

(72) 発明者 桜庭 正美

東京都千代田区丸の内1丁目8番2号 同
和鉱業株式会社内

(74) 代理人 弁理士 丸岡 政彦

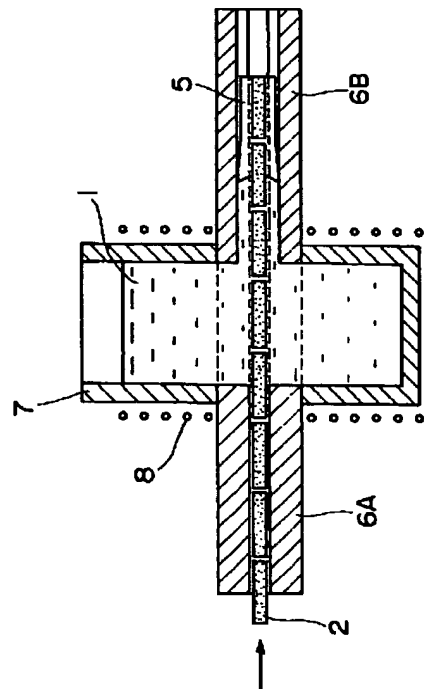
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 金属-セラミックス複合部材の製造方法

(57) 【要約】

【目的】 優れた特性を有する多種多様な形状のセラミックス-金属複合部材5を低コストで量産する方法を提供する。

【構成】 セラミックス部材2が坩堝7の入り口側ダイス6Aから連続的に供給され、坩堝7内の金属溶湯1に濡れてから出口側ダイス6Bに入り、セラミックス部材2の表面に金属体が接合した状態で、出口から連続的に押し出される。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 セラミックス部材2の少なくとも一部分に金属が接合された金属-セラミックス複合部材5の製造において、該セラミックス部材2を該金属の溶湯1に接触させた状態で移動し、溶湯で濡らした後冷却することによって、該セラミックス部材2の表面に溶湯を凝固させて接合させることを特徴とする金属-セラミックス複合部材5の製造方法。

【請求項2】 セラミックス部材2の少なくとも一部分に金属が接合された金属-セラミックス複合部材5の製造において、該セラミックス部材2の金属と接合する部分を金属の溶湯1に接触させた状態で上記部材を移動し、該金属溶湯1で濡らした後、該セラミックス部材2の所定のところに該金属溶湯1もしくはその一部を凝固させ、所定形状の金属体を形成することを特徴とする金属-セラミックス複合部材5の製造方法。

【請求項3】 セラミックス部材2の少なくとも一部分に金属が接合された金属-セラミックス複合部材5の製造において、該セラミックス部材2を金属溶湯1に連続的に供給し、該セラミックス部材2の金属と接合する部分を該金属溶湯1に接触させた状態で該セラミックス部材2を移動し、金属溶湯1で濡らした後、上記セラミックス部材2を取り出し、所定のところに該金属溶湯1の一部を凝固させ、所定形状の金属体を形成することを特徴とする金属-セラミックス複合部材5の製造方法。

【請求項4】 セラミックス部材2の少なくとも一部分に金属が接合された金属-セラミックス複合部材5の製造において、該セラミックス部材2の金属と接合する部分が金属溶湯1の一方側から連続的に該金属溶湯1の内部に入り、該金属溶湯1で十分に濡れてから、反対方向の鑄型（ダイス）6Bを通過し、該セラミックス部材2の所定のところに該金属溶湯1の一部を凝固させ、所定形状の金属体を形成することを特徴とする金属-セラミックス複合部材5の製造方法。

【請求項5】 セラミックス部材2の少なくとも一部分に金属が接合された金属-セラミックス複合部材5の製造において、あらかじめセラミックスの一部に金属を接合させた金属-セラミックス複合部材のセラミックス部分が、該金属より低融点である接合用金属の溶湯の一方側から該金属溶湯の内部に入り、該金属溶湯で十分に濡れてから、反対方向の鑄型（ダイス）6Bを通過し、該高融点金属が接合された金属-セラミックス複合部材の所定のところに該低融点金属溶湯の一部を凝固させ、所定形状の低融点金属体を形成することを特徴とする金属-セラミックス複合部材5の製造方法。

【請求項6】 上記セラミックスは酸化物、窒化物、炭化物であり、金属はアルミニウム、銅、鉄、ニッケル、銀もしくは金、または該金属を主成分とする合金である請求項1～5記載の金属-セラミックス複合部材5の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、強固な金属-セラミックス複合部材の製造方法に関するものであり、特に自動車部品、電子部品などに好適な、酸化物、窒化物、炭化物セラミックスと金属との複合材料の工業的な製造方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】セラミックスの化学安定性、高融点、絶縁性、高硬度などの特性と、金属の高強度、高靱性、易加工性、導電性などの特性を生かした金属-セラミックス複合部材は、自動車、電子装置などに広く使用されている。その代表的な例として、自動車ターボチャージャー用のローター、大電力電子素子実装用の基板およびパッケージが挙げられる。

【0003】金属-セラミックス複合部材の製造方法として、接着、めっき、メタライズ、溶射、ろう接、DBC、焼き嵌め、鑄ぐるみなどの方法が知られている。接着法は、有機系または無機系接着剤で金属部材とセラミックス部材を接着する方法である。めっき法は、セラミックス部材の表面を活性化した後めっき液に入れて金属めっきを施す方法である。メタライズ法は、金属粉末を含むペーストをセラミックス部材の表面に塗布した後焼結し、金属層を形成する方法である。溶射法は、金属（セラミックス）の溶滴をセラミックス（金属）部材の表面に噴射し、セラミックス（金属）部材の表面に金属（セラミックス）層を形成する方法である。ろう接法は、低融点の金属または合金（ろう材）を介在させて金属部材とセラミックス部材を接合する方法であり、セラミックス部材にろう材を強固に接合させるために、ろう材にセラミックスと反応しやすい金属成分を添加したり、上述のメタライズ、溶射などの方法で予めセラミックス部材の接合面に金属層を形成させる。DBC法は、酸化物セラミックス部材と銅部材との接合のために開発された技術で、接合時に酸素を含有する銅を使って不活性雰囲気中で加熱するか、無酸素銅板の表面を予め酸化処理し、酸化物層を形成してから接合する方法である。この方法で非酸化物セラミックス部材と銅部材を接合する場合、予め非酸化物部材の表面に酸化物層を形成しなければならない。焼き嵌め法の場合、接合するセラミックス、金属部材にそれぞれ凸部と凹部を設け、凸部の外径と凹部の内径を同じ寸法にし、接合時に金属部材を加熱して設けた凹部の内径を拡大させ、セラミックス部材の凸部をその中に差し込んでから冷却することによって、金属の凹部がセラミックスの凸部を抱き込んだ形で一体になる。鑄ぐるみ法は、焼き嵌め法に類似した方法で、セラミックス部品の周辺に金属を鑄込み、金属の冷却収縮でセラミックス部品を抱き込み、一体とする方法である。

【0004】しかしこのような従来の技術にあつては、

接着法の場合は接着強度が低く、耐熱性が乏しいとの問題点がある。めっき、メタライズ、溶射法の場合は、形成した金属（セラミックス）が厚さ数 μm ～数十 μm の薄い層状のものに限られている。焼き詰めおよび鑄ぐるみ法は、セラミックス部材の少なくとも一部が金属に抱き込まれるような特定の場合に限られている。DBC法では、接合できる金属が銅に限られ、且つ接合温度がCu-Oの共晶点近くの狭い範囲に限られているため、膨れ、未接のような接合欠陥が発生しやすいとの問題点がある。ろう接法の場合は、高価なろう材を使用し、且つ接合を真空中で行わなければならないため、コストが非常に高く、応用範囲が限られている。また、ろう材には、一般に接合する金属と他の金属さらには非金属を添加した共晶合金が使用され、それ自体は一般に接合する金属より硬いので、直接接合体に比べて、ろう接体の耐ヒートサイクル寿命が短いなどの問題点がある。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】上述したように、従来の技術で金属部材とセラミックス部材を接合する場合には、以下に示す何れかの問題点がある。

- 1) 接合する金属およびセラミックス部材は特定な形状のものに限られる。
- 2) 接合工程のコストが高く、応用範囲が限られている。
- 3) 接合体の特性（接合強度、耐熱性、耐ヒートサイクル特性）については、要求特性を満足できるほどには達成されていない。

【0006】従って、本発明は、上述の問題点を解決するために行ったもので、具体的には、本発明は優れた特性を有する多種多様な形状のセラミックス-金属複合部材を低コストで量産する方法の提供を目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】本発明者等は、かかる課題を解決するために鋭意研究したところ、金属溶湯とセラミックスとの接合方法および金属の成形方法を見だし、本発明をなすことができた。

【0008】すなわち本発明は、(1)セラミックス部材2の少なくとも一部分に金属が接合された金属-セラミックス複合部材5の製造において、該セラミックス部材2を該金属の溶湯1に接触させた状態で移動し、溶湯で濡らした後冷却することによって、該セラミックス部材2の表面に溶湯を凝固させて接合させることを特徴とする金属-セラミックス複合部材5の製造方法；(2)セラミックス部材2の少なくとも一部分に金属が接合された金属-セラミックス複合部材5の製造において、該セラミックス部材2の金属と接合する部分を金属の溶湯1に接触させた状態で上記部材を移動し、該金属溶湯1で濡らした後、該セラミックス部材2の所定のところに該金属溶湯1もしくはその一部を凝固させ、所定形状の金属体を形成することを特徴とする金属-セラミックス

複合部材5の製造方法；(3)セラミックス部材2の少なくとも一部分に金属が接合された金属-セラミックス複合部材5の製造において、該セラミックス部材2を金属溶湯1に連続的に供給し、該セラミックス部材2の金属と接合する部分を該金属溶湯1に接触させた状態で該セラミックス部材2を移動し、金属溶湯1で濡らした後、上記セラミックス部材2を取り出し、所定のところに該金属溶湯1の一部を凝固させ、所定形状の金属体を形成することを特徴とする金属-セラミックス複合部材5の製造方法；(4)セラミックス部材2の少なくとも一部分に金属が接合された金属-セラミックス複合部材5の製造において、該セラミックス部材2の金属と接合する部分が金属溶湯1の一方側から連続的に該金属溶湯1の内部に入り、該金属溶湯1で十分に濡れてから、反対方向の鑄型（ダイス）6Bを通過し、該セラミックス部材2の所定のところに該金属溶湯1の一部を凝固させ、所定形状の金属体を形成することを特徴とする金属-セラミックス複合部材5の製造方法；(5)セラミックス部材2の少なくとも一部分に金属が接合された金属-セラミックス複合部材5の製造において、あらかじめセラミックスの一部に金属を接合させた金属-セラミックス複合部材のセラミックス部分が、該金属より低融点である接合用金属の溶湯の一方側から該金属溶湯の内部に入り、該金属溶湯で十分に濡れてから、反対方向の鑄型（ダイス）6Bを通過し、該高融点金属が接合された金属-セラミックス複合部材の所定のところに該低融点金属溶湯の一部を凝固させ、所定形状の低融点金属体を形成することを特徴とする金属-セラミックス複合部材5の製造方法、および(6)上記セラミックスは酸化物、窒化物、炭化物であり、金属はアルミニウム、銅、鉄、ニッケル、銀もしくは金、または該金属を主成分とする合金である上記(1)～(5)に記載の金属-セラミックス複合部材5の製造方法に関するものである。

【0009】

【作用】金属とセラミックスとの接合は、接合機構によって、機械的な接合（以下機械接合）、物理的な接合（以下物理接合）、化学的な接合（以下化学接合）に分けられる。機械接合は、上述の焼き詰め、鑄ぐる法で接合した場合のような、金属の凹部にセラミックスの凸部が機械的な力で抱かれる接合、または接着法のようなセラミックスと金属部材の表面の凹部に接着剤が入り込み、硬化した接着剤の錨（アンカー）効果で金属とセラミックスを一体化するような接合を指している。物理接合は、セラミックスの分子と金属原子の間の吸引力（ファンデルワールス力）で接合する場合を指している。化学接合は、セラミックス分子内部の電子と金属原子内部の電子との間の共有またはやり取り、つまり共有またはイオン結合による接合を指している。化学接合の場合、セラミックスと金属の表面分子（原子）の間に電子共有またはやり取りがあれば成立するため、必ずしも物理的

に(例えば常用の光学顕微鏡、走査電子顕微鏡、透過電子顕微鏡観察によって)発見可能な反応生成物が界面に存在するとは限らない。その場合、界面の状態から、物理的に接着されているのか、化学的に接着されているのかを区別できない場合がよくある。實際上、接合体の界面にいくつかの接合機構が同時に存在する場合が多いが、信頼性の高い接合を実現するためには、物理接合または化学接合が達成されることが必要条件である。

【0010】物理接合または化学接合が発生したかどうかは、よく濡れ状況から判定される。一般に、液滴は固体の上に置かれると広がり、一定時間が経つと平衡状態になる。平衡状態になったときの液体、固体および雰囲気との間の液滴を挟む角度、すなわち接触角を測定し、これを用いて固体に対する液体の濡れ状況を表す。物理接合および化学接合が発生した場合、接触角は一般に小さくなる。本発明では、濡れ状況を調べるために、以下に述べる、より簡単で実用的な方法を用いた。つまり、一定の温度に加熱された金属溶湯1にセラミックス部材2を接触させ、ある時間が経つてから、前記溶湯1からセラミックス部材2を取り出す。冷却した前記セラミックス部材2の表面に残存した金属をナイフなどで掻き、浮いている金属部分を除去し、セラミックス部材2に対する金属の濡れ状況を調べる。

【0011】物理接合および化学接合を達成するために、まず接合する部材の表面を清浄化しなければならない。例えば発明者の一人が別の発明(参考文献1、特願平4-355211)において開示したように、アルミニウムに代表されるような、化学的に活性な金属は、空气中に置かれるとその表面が酸化され、その影響で金属本来の活性を失い、セラミックスと強固に接合できなくなることがわかった。また当業者がよく知っているように、接合作業を行う前にまず接合部材の表面に脱脂処理を施し、部材表面の油脂分を除去しないと強固な接合体は得られない。

【0012】発明者の一人は、上述の発明(参考文献1、特願平4-355211)において、接合する部材の表面を清浄化する方法を考案した。つまり、金属溶湯1の中にセラミックス部材2を差し込むか、設定されたセラミックス部材2の所に金属溶湯1を鋳込むかすることによって、溶湯1とセラミックス部材2との間に相対運動を発生させ、溶湯と該部材との界面を清浄化し、部材に金属を強固に接合させる。本発明の発明者らは、前記発明に基づいてさらに鋭意研究に努力し、多種多様な形状を有する金属-セラミックス複合部材5の工業的な製造方法を見いだした。つまり、(1)金属溶湯1にセラミックス部材2を差し込む場合、セラミックス部材2の、金属に接合する部分が少なくとも金属溶湯1に濡れるまで、該セラミックス部材2を金属溶湯1の中で移動させ、(2)金属溶湯1からセラミックス部材2を取り

出す場合、一定の形状に加工したダイス6を通して、金属溶湯1の一部をセラミックス部材2の所定の所に、所定の形状に凝固させることを特徴とする金属-セラミックス複合部材5の製造方法である。

【0013】ここで強調しなければならないのは、表面を清浄化することは、必ずしも部材成分以外のすべての成分の除去を意味しないという点である。むしろ、その成分に物理接合や化学接合を促進する作用があれば、その作用を積極的に利用すべきである。例えば上述のDBCの場合のように、接合部材の表面に酸化物が存在することが強固な接合を達成するための前提条件である場合には、予め部材の表面に酸化処理を施し、酸化層を形成する必要がある。本発明における清浄化の意味は、あくまでも物理接合および化学接合の達成を阻害する成分を除去するという点に他ならない。

【0014】図2は、本発明の原理を説明するための模式図である。この図に示しているように、金属溶湯中におけるセラミックス部材2の移動距離が短い場合、金属溶湯1とセラミックス部材2との接触が不十分となつて、セラミックス部材表面の有害成分4および金属溶湯表面の有害成分3を十分に除去できず、そのため、セラミックス部材2の一部に対して金属溶湯1が十分に濡れず、強固な接合が達成できない。このような接合不良を防ぐためには、金属溶湯1の中でセラミックス部材2が移動する距離は、ある最短距離(D_{min})を超えなければならない。この最短距離は、金属溶湯1とセラミックス部材2の特性、それらの表面に存在する有害成分の状況、温度、雰囲気、セラミックス部材2の移動速度などによって変わるが、本発明の実施例の場合、この最短距離は数mmから数十mmまでである。

【0015】本発明の実施例1に、金属-セラミックス複合部材5の製造方法の一例を開示している。図1に製造装置の断面模式図を示し、図3に鋳型(ダイス)6の出口側の断面図を示す。セラミックス部材2が、鋳型(ダイス)6の一方側から連続的に溶湯の内部に入り、十分に濡れてから反対方向の鋳型(ダイス)6を通過し、セラミックス部材2の所定の場所に所定の形状を有する金属体を形成する。この場合、セラミックス部材2の移動方向の溶湯の寸法を、該セラミックス部材2が濡れるまでの最短距離より長くすれば、健全な金属-セラミックス複合部材5が製造できる。

【0016】前述の実施例は、あくまでも本発明の要点を説明するために引用した例であり、また実施例に示された方法は明らかに本発明の目的を達成するための製造工程の一つではあるが、本発明がこの実施例に開示した方法だけに限定されないことは容易に理解されよう。また、本発明の実施例に用いた金属とセラミックス部材2は、それぞれアルミニウムとアルミナであるが、以上に開示した本発明の主旨から、本発明がこれに限定されないことは容易に理解されよう。セラミックス部材2に金

属溶湯1が濡れるなら、他の金属とセラミックス部材2との組み合わせも同様に応用できる。また、その金属自身がセラミックス部材2に直接濡れなくても、セラミックス部材2の表面を改質したり、金属中に濡れを促進する成分を添加するなどして、セラミックス部材2と金属溶湯1の濡れを改善する方法も、同様に応用できる。例えば銅と窒化アルミニウムの複合部材を製造する場合、銅と窒化アルミニウムの部材の濡れを改善するために、セラミックスの表面に予め酸化処理を施して表面にアルミナのような酸化物を形成したり、金属溶湯1を空气中に暴露するか、酸化銅の添加等によって酸素を含有させるなどして、銅の溶湯とセラミックス部材2との濡れを改善し、セラミックス部材2と金属体とを強固に接合することが可能である。また、アルミナと銀との接合部材を製造する場合、銀溶湯の中にチタンなどの活性金属を添加し、同様な効果を得ることができる。

【0017】本発明の場合、温度、雰囲気、およびセラミックス部材2の移動速度は、言うまでもなく非常に重要なパラメータであるが、各種の金属およびセラミックス部材2の特性が異なるため、接合する部材によってこれらのパラメータは変わる。金属溶湯1とセラミックス部材2が濡れるように、これらの条件を選択すればよい。これらの条件の選択は、本発明の効果を最大限に生かすための重要な措置である。ただし、これらの条件を選択する際、次の点に注意しなければならない。すなわち、本発明の方法では、濡れること自体は金属-セラミックス複合部材5を製造するための要点であり、溶湯の温度を上げて接触時間を延長すればたしかに濡れの改善に効果はあるが、必要以上に溶湯温度を上げたり、接触時間を延ばしたりすると金属部材とセラミックス部材2との界面に厚い反応生成物が形成され、接合強度が低下する恐れがある。

【0018】

【実施例1】図1に製造装置の断面模式図を示し、図3に出口側鑄型（ダイス）6Bの断面図を示す。アルミニ

ウムを坩堝7の中にセットし、アルミナ板をダイス6の入り口から入れて、その先端が坩堝7の内壁から少し出るようにセットしてから、窒素ガス（N₂）雰囲気において坩堝7を加熱し、アルミニウムを溶解する。アルミニウム溶湯は出口側のダイス6Bの中に入るが、ダイス中を流れる間に先端部分の温度が融点以下に下がり、その部分が凝固して出口を塞ぎ、溶湯の流出を防ぐ。また、入り口側のダイス6Aおよびダイスと坩堝7との間の隙間の中に溶湯が入らないようにするには、そのクリアランスをある寸法以下にしなければならないが、本実施例の場合、そのクリアランスを0.1mm以下にした。アルミニウム溶湯がある設定温度に加熱された後、入り口側からアルミナ板を連続的に供給する。アルミナ板材は、順番に該溶湯中に入り、溶湯に濡れてから出口側のダイス6Bに入り、最後には、アルミナ板材の両表面に厚さ0.5mmのアルミニウム体が接合した状態で、出口から連続的に押し出された。本実施例において、加熱温度、押し出し温度、窒素ガスの流量をいろいろ変えて、アルミナ板材がアルミニウム溶湯に濡れるまでに該溶湯中を移動する最短距離Dminを測定し、アルミニウム-アルミナ複合板材を製造した。得られた複合板材からサンプルを切り出し、以前の発明（参考文献1、特願平4-355211）に記載された評価方法で該複合板材を調べた。なお、Dminは、坩堝7から溶湯を抜いてからアルミナ板材を取り出し、アルミニウム溶湯との接触開始点と完全に濡れる部分との間の距離を測定して求めた。その結果を表1にまとめて示している。これらの結果から、製造番号Eのサンプルを除くすべてのサンプルについて、アルミニウムの組織が緻密で、ビール強度は35kg/cmを超えていた。本発明の方法で良質なアルミニウム-アルミナ複合板材を製造することができた。

【0019】

【表1】

製造 番号	溶湯温度 (℃)	押出速度 (mm/min)	N ₂ 流量 (L/min)	D _{min} (mm)	アルミニ ウム組織	ピール強度 (kg/cm)
A	700	25	30	55	良好	>35
B	800	25	30	35	良好	>35
C	850	25	30	14	良好	>35
D	900	25	30	9	良好	>35
E	900	50	30	23	巣有り	—
F	900	25	10	87	良好	>35

【0020】

【実施例2】実施例1において、ダイス出口側6Bの内部を図4の断面図に示すような形に加工し、溶湯温度、押し出し速度、窒素ガス流量をそれぞれ850℃、25 mm/min、および30 L/minに設定し、また溶湯の湯回りを良くし、巣の発生を防ぐため溶湯に0.5 kg/cm²の圧力をかけたこと以外は実施例1と実質的に同じ方法で、片面に放熱フィン10を有する良質なアルミニウム-アルミナ複合板材を製造することができた。

【0021】

【実施例3】実施例2において、アルミナ板材には片面に予め前記のDBC法で銅板を接合した物を用いたことと、該銅板接合アルミナ板材が溶湯部を通る時銅板がアルミニウム溶湯に暴露されないように、溶湯内におけるダイス6の形状を図5の断面図に示すような形状に加工したこと以外は実施例2と実質的に同じ方法で、片面に銅板、片面にアルミニウム放熱フィン10を有する良質な複合材料を製造することができた。

【0022】

【発明の効果】本発明の方法によれば、低コストで、多種多様な形状を有する良質な金属-セラミックス複合部材を製造することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施例において金属-セラミックス複*

* 合部材を製造するための装置の断面模式図である。

【図2】本発明の原理を説明するための模式図である。

【図3】本発明の実施例1において金属-セラミックス複合部材を製造するためのダイスの出口側の断面図である。

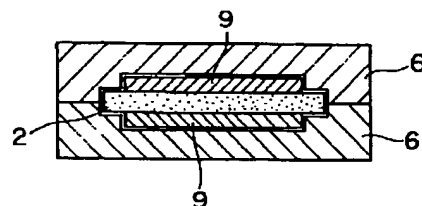
【図4】本発明の実施例2において金属-セラミックス複合部材を製造するためのダイスの出口側の断面図である。

【図5】本発明の実施例3において金属-セラミックス複合部材を製造するためのダイスの、坩堝中に位置する部分の断面図である。

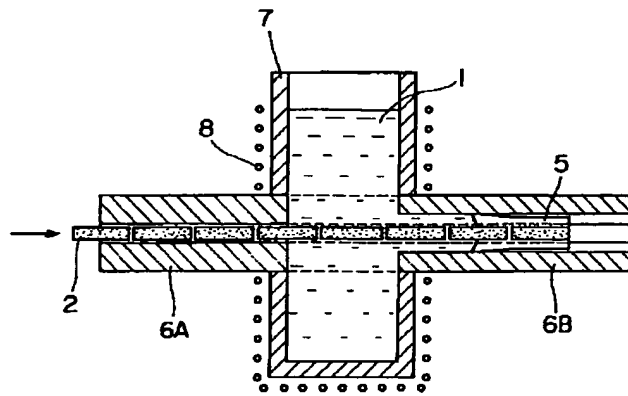
【符号の説明】

- 1 : 金属溶湯
 - 2 : セラミックス部材
 - 3 : 金属溶湯表面の有害成分
 - 4 : セラミックス部材表面の有害成分
 - 5 : 金属-セラミックス複合部材
 - 6 : 鋳型(ダイス)
 - 6A : 鋳型(ダイス) 入り口側
 - 6B : 鋳型(ダイス) 出口側
 - 7 : 坩堝
 - 8 : ヒーター
 - 9 : 接合した金属
 - 10 : 金属放熱フィン
- 矢印→: セラミックス部材の移動方向

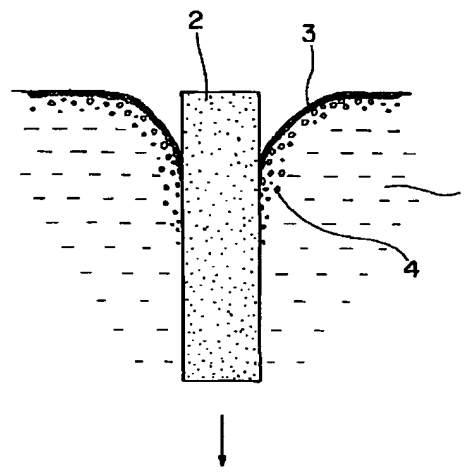
【図3】



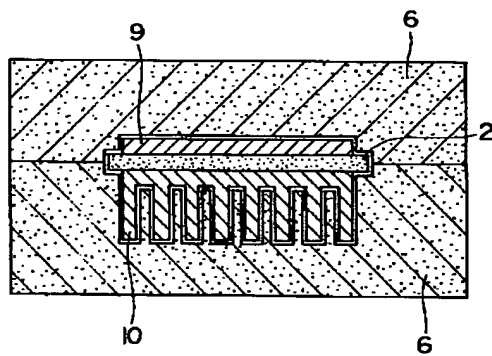
【図1】



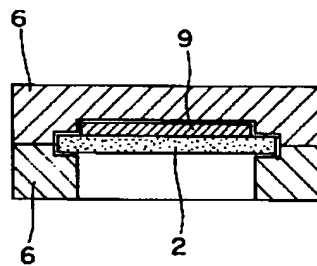
【図2】



【図4】



【図5】



フロントページの続き

(72)発明者 田中 敏和
東京都千代田区丸の内1丁目8番2号 同
和鉱業株式会社内